University of Alberta Library
0 1620 1592 4028

AUTORISÉ PAR LE MINISTERE

Chimie 20–30
Programme d'études

Version provisoire

Alberta
EDUCATION

375.354
A333c
1994
c.11

CDPCOLSP

EX LIBRIS
UNIVERSITATIS
ALBERTENSIS

AUTORISÉ PAR LE MINISTERE

Chimie 20–30
Programme d'études

Version provisoire

Language Services Branch
Novembre 1994

Alberta
EDUCATION

University of Alberta

SCIENCES

VISION : PROGRAMMES DE SCIENCES AU SECONDAIRE

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle aideront tous les élèves à atteindre le niveau de sensibilisation scientifique nécessaire pour fonctionner en tant que membres efficaces de la société. Les élèves pourront poursuivre des études et des carrières en sciences et acquérir une meilleure compréhension d'eux-mêmes et du monde qui les entoure. Le même cadre pédagogique a été utilisé dans l'élaboration de tous les programmes de sciences au secondaire deuxième cycle, y compris Sciences 10, Biologie 20 - 30, Chimie 20 - 30, Physique 20 - 30 et Sciences 20 - 30. Les connaissances, habiletés et attitudes que sont tenus d'acquérir les élèves sont abordées selon une philosophie d'apprentissage commune à tous les cours de sciences.

Dans les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle, les élèves se concentrent sur l'apprentissage de l'interconnexion des grandes idées et des principes. Ces idées, ou principes de base, émanent de connaissances scientifiques qui transcendent et unifient les disciplines des sciences naturelles. Ces notions de base comprennent notamment le changement/la transformation, la diversité, l'énergie, l'équilibre, la matière et les systèmes; le processus par lequel on développe le savoir scientifique, y inclus le rôle de la preuve expérimentale; ainsi que les rapports entre les sciences, la technologie et la société. Ces idées constituent aussi le cadre pédagogique du programme d'études et établissent le continuum avec les programmes du premier cycle, tout en se greffant à l'acquis des élèves.

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle accordent une plus grande importance au développement des méthodes d'enquête qui caractérisent l'étude des sciences. Les élèves développeront, par exemple, leur aptitude à poser des questions, à faire des enquêtes et des expériences; ils devront recueillir, analyser et évaluer de l'information scientifique, et vérifier des principes scientifiques et l'application de ceux-ci. Ils relèveront les défis inhérents à la résolution de problèmes et apprendront à utiliser la technologie. En ayant ainsi l'opportunité de développer et d'appliquer leurs habiletés, les élèves pourront mieux comprendre les connaissances qu'ils ont acquises.

On s'attend à ce que les élèves démontrent une appréciation des divers rôles des sciences et de la technologie dans leur compréhension de la nature. Les élèves démontreront de l'enthousiasme et une attitude positive vis-à-vis des sciences et ils y attacheront une importance dans leur quotidien.

Le contexte d'apprentissage fait partie intégrante des programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle. Il a pour but d'encourager chez les élèves le développement d'attitudes formatrices et d'habiletés de base, d'accroître leur compréhension du savoir et des processus scientifiques, et de les inciter à établir des rapports entre les sciences, la technologie et la

société. Le contexte d'apprentissage sera pertinent à la vie des élèves, de sorte à leur permettre de vivre les sciences de façon intéressante et dynamique. Les situations propices à l'apprentissage seront d'autant plus probantes qu'elles fourniront des expériences concrètes que les élèves peuvent associer à leur univers.

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle sont centrés sur les élèves. Ces derniers participent activement à leur apprentissage et en assument une responsabilité toujours plus grande.

Ils apprécieront la valeur du travail d'équipe et contribueront positivement à la résolution de problèmes et à l'accomplissement de divers travaux.

CHIMIE 20–30

A. RAISON D'ÊTRE ET PHILOSOPHIE DU PROGRAMME

La chimie est l'étude de la matière et de ses transformations. L'étude des sciences donne aux élèves l'occasion d'explorer et de mieux comprendre le monde naturel, et de se rendre compte de l'influence de la chimie dans leur vie. Un apprentissage positif se fait quand l'étude de la chimie se rapporte à ce que les élèves savent déjà, estiment personnellement utile et considèrent significatif. Les jeunes apprennent le mieux à partir d'expériences concrètes qui présentent une vue authentique des sciences dans le contexte de la chimie. En Chimie 20-30, les élèves étudient la chimie dans des contextes appropriés et se livrent à des activités significatives. Ceci facilite le transfert de connaissances à de nouveaux contextes. Les élèves sont encouragés à poursuivre leur apprentissage de la chimie tout au long de leur vie et à reconnaître que les sciences constituent une entreprise humaine remarquable, inspirante et stimulante, qui a un impact concret sur leur vie et sur l'ensemble de la société.

La Chimie, comme toutes les sciences, est une discipline expérimentale qui exige créativité et imagination. Les méthodes d'enquête en caractérisent l'étude. En Chimie 20-30, les élèves continuent à développer leur aptitude à poser des questions, à examiner et à expérimenter; à recueillir, analyser et évaluer l'information scientifique; à vérifier les lois et principes scientifiques et leurs applications. Ce faisant, les élèves exercent leur créativité et acquièrent des habiletés de pensée critique. Grâce à l'expérimentation, aux activités de résolution de problèmes et à l'étude indépendante, les élèves acquièrent une compréhension des processus qui font évoluer les connaissances scientifiques.

Le programme de Chimie 20-30 est centré sur les élèves. Ces derniers sont des apprenants actifs et ils assument une responsabilité toujours plus grande de leur apprentissage à mesure qu'ils avancent dans le programme. Une étude approfondie de la chimie est nécessaire pour donner aux élèves une compréhension qui les encourage à faire les applications appropriées des concepts scientifiques à leur vie quotidienne et les prépare pour des études supérieures dans le domaine de la chimie. On s'attend à ce que les élèves prennent une part active à leur apprentissage. L'accent mis sur les concepts et principes-clés de la chimie donne aux élèves une vision plus unifiée des sciences et les incite à devenir de plus en plus conscients des liens qui existent entre celles-ci.

La période de temps nécessaire pour acquérir ces apprentissages scientifiques variera selon le style d'apprentissage personnel et les habiletés des élèves. Chaque cours est conçu pour une durée d'environ 125 heures, mais on encourage fortement les enseignants à modifier la période d'instruction afin de satisfaire les besoins individuels des élèves. Certains élèves prendront plus de 125 heures pour compléter le cours tandis que d'autres en prendront moins.

BUTS

Les buts majeurs du programme de Chimie 20-30 sont de, (d') :

- développer chez les élèves une compréhension des grandes idées et des principes qui transcendent et relient les sciences naturelles;
- fournir aux élèves une meilleure compréhension de la vision, de l'enquête et de l'entreprise du monde scientifique;
- aider les élèves à atteindre le niveau de sensibilisation scientifique essentiel à tous les citoyens qui évoluent dans une société dotée d'une culture scientifique;
- aider les élèves à prendre des décisions informées sur des études ultérieures ou en vue de faire carrière dans le domaine des sciences;
- fournir aux élèves des occasions d'acquérir des connaissances, des habiletés et des attitudes qui contribuent à leur développement personnel.

Chimie 20-30 est un programme académique qui aidera les élèves à mieux comprendre et appliquer les habiletés et concepts fondamentaux. L'accent est mis sur les moyens d'aider les élèves à comprendre les principes chimiques à l'œuvre dans les phénomènes naturels qu'ils vivent, et dans la technologie qu'ils emploient dans leur vie quotidienne. Le programme encourage l'enthousiasme pour l'entreprise scientifique, et crée des attitudes positives envers la chimie, qui est présentée comme une activité humaine intéressante, ayant de la signification personnelle. Il développe chez les élèves les attitudes, les habiletés et les connaissances qui les aideront à devenir capables de se fixer des buts, de faire des choix informés et d'agir de façon à améliorer leur vie personnelle et celle de leur communauté, et à s'engager à le faire.

B. ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE

Les attentes générales pour l'élève exposent les nombreuses facettes de la prise de conscience scientifique, et servent de fondement aux attentes spécifiques pour l'élève que l'on retrouve à la section C. Les attentes générales pour l'élève sont développées en deux catégories : les attentes du *programme* et les attentes du *cours*.

«ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE» DU PROGRAMME

Les «attentes générales pour l'élève» du *programme* sont des énoncés généraux concernant les attitudes, les connaissances scientifiques, les habiletés et les rapports sciences, technologie et société (STS), que les élèves devraient acquérir dans tous les programmes de sciences au secondaire deuxième cycle. Ces «attentes générales pour l'élève» du *programme* sont définies plus précisément dans les «attentes générales pour l'élève» du *cours* et sont ensuite développées plus spécifiquement dans l'étude de modules individuels en Chimie 20 et Chimie 30. Toutes les attentes se suivent progressivement, à partir du cours de Sciences 10 jusqu'aux cours de Chimie 30, et bien qu'elles soient énumérées séparément, elles devraient être développées conjointement, à l'intérieur d'un contexte.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à faire preuve :

- d'enthousiasme et d'intérêt soutenu pour les sciences;
- de qualités réelles des scientifiques au travail telles que le respect des preuves, la tolérance de l'incertitude, l'honnêteté intellectuelle, la créativité, la persévérance, la coopération, la curiosité et le désir de comprendre;
- d'attitudes positives face aux connaissances scientifiques pratiques faisant appel aux mathématiques et aux habiletés de résolution de problèmes;
- d'ouverture d'esprit et de respect pour le point de vue d'autrui;
- de sensibilité pour l'environnement vivant et non vivant;
- d'appréciation pour les rôles des sciences et de la technologie dans notre compréhension du monde naturel.

CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

On s'attend à ce que les élèves démontrent leur compréhension des thèmes qui transcendent les limites des disciplines scientifiques et illustrent les liens entre les sciences naturelles, notamment :

- *Changement* : comment toutes les entités naturelles se modifient avec le temps, comment la direction du changement peut être prédite et, dans certains cas, comment le changement peut être contrôlé;
- *Diversité* : l'ensemble impressionnant de formes vivantes et inertes de la matière et les procédures utilisées pour comprendre, classifier et distinguer ces formes à partir des constantes qui reviennent régulièrement;
- *Énergie* : la capacité de faire un travail, ce travail étant à la base de ce qui se passe dans l'univers à travers une grande diversité de formes interconvertibles;
- *Équilibre* : l'état dans lequel les forces ou processus opposés s'équilibrent de façon statique ou dynamique;
- *Matière* : les éléments constitutifs et la diversité des états de la matière dans le monde physique;
- *Systèmes* : les groupes intimement liés de choses ou de phénomènes qui peuvent être définis par leurs limites et, dans certains cas, par leurs entrées et sorties.

HABILETÉS

On s'attend à ce que les élèves acquièrent et utilisent les processus cognitifs associés à la pratique des sciences pour comprendre et explorer des phénomènes naturels, résoudre des problèmes et prendre des décisions. On s'attend aussi à ce que les élèves travaillent en équipe, respectent le point de vue des autres, fassent des compromis raisonnables, fournissent des idées et de l'effort et puissent faire preuve de leadership afin d'en arriver aux meilleurs résultats possibles. Ces processus comprennent plusieurs habiletés qui seront développées à même le contenu du programme.

L'ensemble d'habiletés présenté ici suppose que les processus cognitifs sont souvent déclenchés par un problème non résolu ou par une question sans réponse. Règle générale, on doit d'abord définir le problème ou la question à résoudre et formuler des hypothèses avant de procéder à la collecte d'information. À certaines étapes du processus, il faut organiser et analyser l'information. Ce processus peut mener à de nouvelles idées par le biais de prévisions ou d'inférences, et ces nouvelles idées, une fois intégrées aux connaissances antérieures, peuvent établir un nouvel ordre de savoir. On aboutit peu à peu à un résultat tel qu'une solution, une réponse, ou une prise de décision. Finalement, on établit des critères pour juger des idées et de l'information, de sorte à évaluer tant le processus de résolution de problèmes que les résultats obtenus.

Les habiletés suivantes ne seront pas acquises de façon successive ou séparée. Le processus de réflexion efficace semble être non linéaire et récursif. Les élèves devront faire preuve de souplesse dans l'acquisition d'habiletés et de stratégies; ils devront apprendre à choisir et utiliser une habileté, une procédure ou une technologie assortie à la tâche, et à la vérifier, la modifier ou la remplacer au besoin par une stratégie plus efficace.

- **Conceptualisation et planification**

  - identifier et énoncer clairement le problème ou la question à l'étude;
  - distinguer entre les données, l'information pertinente et superflue;
  - recueillir et inscrire l'information de base;
  - identifier tous les variables et les contrôles;
  - identifier le matériel et les appareils requis;
  - formuler des questions, hypothèses et/ou prévisions pour orienter la recherche;
  - concevoir et/ou décrire un plan de recherche et de résolution de problèmes;
  - préparer les tableaux ou diagrammes d'observation nécessaires et faire les calculs préliminaires.

- **Collecte et enregistrement des données**

  - exécuter la procédure et la modifier au besoin;
  - organiser et utiliser correctement les appareils et les matériaux, de sorte à recueillir des données expérimentales valables;
  - observer, recueillir et inscrire l'information ou les données minutieusement, selon les consignes de sécurité (ex. : WHMIS) et les considérations écologiques.

- **Organisation et communication des données**

  - organiser et présenter les données de façon claire et concise (thèmes, groupes, tables, graphiques, organigrammes et diagrammes de Venn);
  - communiquer les données de façon plus efficace à l'aide de calculs mathématiques et de statistiques lorsque nécessaire;
  - exprimer les quantités mesurées et calculées au nombre approprié de chiffres significatifs et utiliser les unités SI appropriées pour désigner toute quantité;
  - communiquer les résultats de l'enquête dans un rapport clair et concis.

- **Analyse des données**

  - analyser les données ou l'information pour dépister des tendances, des constantes, des rapports, des indices de fiabilité et d'exactitude;
  - identifier et discuter les sources d'erreurs et leur effet sur les résultats;
  - identifier les suppositions, les attributs, les penchants, les affirmations ou les raisons;
  - identifier les idées principales.

- **Rapports, synthèse et intégration**

  - faire des prévisions à partir de données ou de renseignements; et déterminer si ces données viennent supporter ou falsifier l'hypothèse et/ou la prédiction;
  - formuler d'autres hypothèses vérifiables à partir du savoir et des connaissances acquises;
  - identifier d'autres problèmes ou questions à étudier;
  - identifier d'autres plans d'action, plans expérimentaux et solutions possibles;
  - proposer et expliquer ses interprétations ou ses conclusions;
  - élaborer des explications théoriques;
  - établir des rapports entre les données ou l'information et les lois, principes, théories ou modèles identifiés dans l'information de base;
  - proposer des solutions pour résoudre le problème étudié;
  - résumer et communiquer les résultats de l'enquête scientifique;
  - choisir la démarche à suivre.

- **Évaluation du processus et des résultats**

  - établir des critères pour évaluer les données ou l'information;
  - considérer les conséquences, les tendances, les suppositions et les perspectives;
  - identifier les limites des données ou l'information, des interprétations ou des conclusions en fonction des méthodes ou des processus utilisés au niveau de l'expérience, de la recherche, de la conception du projet;
  - proposer d'autres solutions en tenant compte des améliorations à apporter à la technique et au concept expérimentaux, à la prise de décisions et au processus de résolution de problèmes;
  - évaluer et faire le bilan des idées, de l'information et des autres solutions.

Lectures supplémentaires

Pour une discussion plus détaillée sur l'intégration des habiletés de raisonnement et de recherche dans le contexte de l'enseignement des sciences, voir les publications d'Alberta Education : ***Enseigner à penser*** (1992) et ***Enseignement et recherche*** (1991).

SCIENCES, TECHNOLOGIE ET SOCIÉTÉ (STS)

On s'attend à ce que les élèves montrent qu'ils comprennent les processus par lesquels les connaissances scientifiques se développent, et les rapports d'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, notamment :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;

- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;

- le fonctionnement de produits ou de processus, à partir de principes scientifiques;

- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;

- l'utilisation de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;

- les limites des connaissances scientifiques et de la technologie;

- l'influence des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique;

- la capacité et la responsabilité qu'a la société, grâce aux sciences et à la technologie, de protéger l'environnement et d'employer judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations futures.

Lecture supplémentaire

Pour des lectures supplémentaires sur l'intégration des rapports sciences-technologie-société en salle de classe, voir la publication d'Alberta Education : ***Enseignement des sciences STS : Pour unifier les buts de l'enseignement des sciences*** (1992).

«ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE» DU COURS

Les «attentes générales pour l'élève» du *cours* sont spécifiques au cours de Chimie 20 et Chimie 30 et font le lien entre les «attentes générales pour l'élève» du *programme* et les «attentes spécifiques pour l'élève» de chaque module.

Les attentes concernant les attitudes font référence à ces prédispositions qui doivent être encouragées chez les élèves. Ces attentes incluent les attitudes face aux sciences, le rôle des sciences et de la technologie et les contributions des sciences et de la technologie envers la société. Les attentes concernant les connaissances scientifiques sont les principaux concepts de chimie étudiés dans chacun des cours. Les attentes concernant les habiletés font référence aux processus de la pensée et aux capacités associées à la pratique des sciences, y compris la compréhension et l'exploration de phénomènes naturels, et la résolution de problèmes. Les attentes concernant les liens entre les sciences, la technologie et la société mettent l'accent sur les processus par lesquels la connaissance scientifique est développée et sur les relations entre les sciences, la technologie et la société.

La dernière attente du *cours* fait le lien entre l'étude de la chimie, les carrières, la vie quotidienne et les études ultérieures.

Bien qu'on ait spécifié les attitudes, les connaissances scientifiques, les habiletés et les liens STS, ils devraient être développés ensemble à l'intérieur d'un ou plusieurs des contextes énumérés ci-dessous.

CHIMIE 20-30

Attitudes

Les élèves seront encouragés à :

- apprécier le rôle de la preuve empirique et des modèles en sciences, et accepter l'incertitude dans les explications et les interprétations de phénomènes observés;

- apprécier la curiosité, l'ouverture à de nouvelles idées, la créativité, la persévérance et le travail de coopération démontrés par les scientifiques, et faire un effort pour développer ces mêmes caractéristiques personnelles;

- apprécier le rôle joué par les sciences et la technologie dans l'avancement de notre compréhension du monde naturel, avoir l'esprit ouvert et respecter des points de vue différents lors de l'évaluation de l'information scientifique et de ses applications, et apprécier que l'application des sciences et de la technologie par l'humanité peut avoir des effets bénéfiques mais aussi néfastes et peut amener des dilemmes éthiques;

- démontrer un intérêt soutenu pour les sciences, apprécier le besoin de posséder une certaine compétence en calcul, et de posséder aussi des habiletés de résolution de problèmes et de processus, et apprécier l'exactitude et l'honnêteté quand les résultats de problèmes et d'investigations sont communiqués;

- reconnaître l'importance de manipuler, d'entreposer et de se débarasser des produits chimiques et des matériaux de façon sécuritaire et en faisant attention à l'environnement.

CHIMIE 20

Les élèves devront être capables :

Connaissances

- d'appliquer les principes de la conservation d'énergie et de matière à des systèmes chimiques subissant des changements; et d'utiliser des preuves directes et des généralisations pour prédire les résultats d'un changement chimique; et de faire le lien entre les principes de changement chimique et une variété d'applications de réactions;

- d'analyser des systèmes physiques, chimiques et biologiques en termes de formes, de transferts, de mouvement et de conservation d'énergie et de matière;

- d'expliquer le lien entre l'énergie et les changements chimiques de la matière et comment l'énergie est soit libérée, soit absorbée, quand les liaisons chimiques sont réarrangées et de nouvelles substances sont formées; et de décrire les applications pratiques des changements exothermiques et endothermiques;

- d'expliquer les changements chimiques de la matière; et d'écrire des équations chimiques équilibrées pour décrire les transformations, et les analyser quantitativement et qualitativement, pour pouvoir prédire les produits formés ou les réactifs consommés; et d'appliquer cette connaissance à des calculs stœchiométriques dans une variété de situations de tous les jours et industrielles;

- de décrire les systèmes de solution, y compris les acides, les bases et les gaz, quantitativement et qualitativement, et de faire le lien entre leurs propriétés et leurs utilisations;

- de décrire les différentes formes de matière, en utilisant des modèles pour illustrer les liaisons et la structure, et en utilisant des théories pour expliquer les propriétés et le comportement d'une variété d'éléments et de composés organiques et inorganiques et de solutions, y compris les acides, les bases et les gaz.

Habiletés

- de faire des investigations et des tâches qui ont été écrites par eux-mêmes et par d'autres, qui ont quelques variables et qui donnent des preuves directes ou indirectes; et de donner des explications basées sur des théories et des concepts scientifiques;

- de recueillir, de vérifier et d'organiser des données dans des tableaux créés par eux-mêmes, et des graphiques et des diagrammes créés par d'autres, en utilisant des formes écrite et symbolique; et de décrire des découvertes ou des relations, en utilisant le vocabulaire, la notation, les théories et les modèles scientifiques;

- d'analyser et d'interpréter des données qui donnent des droites et des courbes sur un graphique; et d'utiliser la notation SI appropriée, les unités et les formules de base dérivées; et de dériver les relations mathématiques entre des variables à partir de graphiques;

- d'utiliser le langage mathématique des rapports et des proportions, les méthodes numériques et algébriques, la stœchiométrie gravimétrique et des solutions et l'analyse d'unités pour résoudre des problèmes à une ou plusieurs étapes; et de communiquer les relations et les concepts scientifiques.

Rapports Sciences, Technologie et Société

- d'appliquer le raisonnement de cause à effet pour formuler des relations simples dans une situation donnée où la preuve scientifique appuie ou réfute une théorie; et de décrire les limites des sciences et de la technologie pour répondre à toutes les questions et pour résoudre tous les problèmes, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;

- de décrire et d'expliquer le plan et la fonction des solutions technologiques à des problèmes pratiques, à l'aide de principes scientifiques; et d'énoncer les façons par lesquelles la chimie fait progresser la technologie et la technologie fait progresser la chimie, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;

- d'expliquer, pour une situation donnée, comment les sciences et la technologie sont influencées et sont supportées par la société, et la responsabilité qu'a la société au moyen de la chimie et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement les ressources naturelles;

- d'identifier des carrières reliées au sujet et d'appliquer les habiletés et les connaissances acquises en Chimie 20 à la vie de tous les jours et à de nouveaux concepts rencontrés dans des études ultérieures en chimie.

CHIMIE 30

Les élèves devront être capables :

Connaissances

- d'appliquer les principes de la conservation d'énergie et de matière à des systèmes chimiques subissant des changements; et d'utiliser des preuves directes et indirectes et la connaissance théorique pour prédire les résultats d'un changement chimique; et de faire le lien entre les principes de changement chimique et une vaste étendue d'application de réactions;

- d'analyser et d'évaluer des systèmes physiques, chimiques et biologiques en termes de

formes, de transferts, de mouvement et de conservation d'énergie et de matière;

- d'expliquer la relation entre l'énergie et les changements physiques, chimiques et nucléaires de la matière en décrivant comment le réarrangement des liaisons amène la libération ou l'absorption d'énergie; et d'évaluer la production et l'utilisation d'énergie provenant des combustibles fossiles et de la fission nucléaire, par la société;

- d'analyser et d'expliquer, quantitativement et qualitativement, le transfert des électrons, et les transformations de matière et d'énergie qui se produisent dans des systèmes électrochimiques; et d'écrire des équations d'oxydoréduction équilibrées; et de décrire les applications des réactions d'oxydation - réduction dans les piles électrochimiques et les cellules électrolytiques;

- de décrire des systèmes chimiques en équilibre pour les acides, les bases et les gaz, quantitativement et qualitativement, et de décrire quelques applications;

- d'expliquer la théorie de Brönsted-Lowry pour les acides et les bases; de décrire quantitativement et qualitativement des solutions acides et basiques de plusieurs façons; et d'écrire et d'analyser des équations de réaction; et de faire des calculs et des interprétations à partir de données de titrage.

Habiletés

- de faire et d'évaluer des investigations et des tâches qui ont été écrites par eux-mêmes et par d'autres, qui ont plusieurs variables et qui donnent des preuves directes ou indirectes; et donner des explications et des interprétations à l'aide de théories et de concepts scientifiques;

- de recueillir, de vérifier et d'organiser des données dans des tableaux, des graphiques et des diagrammes créés par eux-mêmes, en utilisant des formes écrite et symbolique; et de décrire des découvertes ou des relations et de faire des prédictions, en utilisant le vocabulaire, la notation, les théories et les modèles scientifiques;

- d'analyser, d'interpréter et d'évaluer des données qui donnent des droites et des courbes sur un graphique; et d'utiliser la notation SI appropriée, les unités et les formules de base dérivées; et de dériver les relations mathématiques entre des variables à partir de graphiques;

- d'utiliser le langage mathématique des rapports et des proportions, les méthodes numériques et algébriques, et l'analyse d'unités pour résoudre des problèmes à plusieurs étapes; et de communiquer les relations et les concepts scientifiques.

Rapports Sciences, Technologie et Société

- d'appliquer le raisonnement de cause à effet pour formuler des relations dans une variété de situations où la preuve scientifique appuie ou réfute une théorie; et d'expliquer les limites des sciences et de la technologie pour répondre à toutes les questions et pour résoudre tous les problèmes, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;

- de décrire et d'évaluer le plan et la fonction des solutions technologiques à des problèmes pratiques, à l'aide de principes ou de théories scientifiques; et d'énoncer les façons par lesquelles la chimie fait progresser la technologie et la technologie fait progresser la chimie, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;

- d'expliquer et d'évaluer, pour une situation donnée, et à partir d'une variété de points de vue donnés, comment les sciences et la technologie sont influencées et supportées par la société; et d'évaluer la capacité et la responsabilité qu'a la société, grâce à la chimie et à la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles;

- d'identifier des carrières reliées au sujet et d'appliquer les habiletés et les connaissances acquises en Chimie 30 à la vie de tous les jours et à de nouveaux concepts rencontrés dans des études ultérieures en chimie.

C. ATTENTES SPÉCIFIQUES POUR L'ÉLÈVE

LE CYCLE D'APPRENTISSAGE

Les «attentes spécifiques pour l'élève» se composent des attitudes, des habiletés et des connaissances qui seront présentées en Chimie 20-30. Ce cycle d'apprentissage permet aux élèves de passer de :

- l'introduction, qui définit les paramètres d'une leçon, dans un rapport STS, qui se rapporte à la vie des apprenants et qui crée des liens entre les expériences d'apprentissage présentes et passées en plus d'anticiper des activités qui mettent l'emphase sur le raisonnement des élèves et sur ce qu'ils ont appris dans l'activité, à

- l'exploration expérimentale d'un nouveau contenu qui permet aux élèves d'identifier et développer des concepts-clés et des habiletés à partir de leur expérience, à

- une phase de formulation d'hypothèses où les concepts sont développés de sorte à décrire un aspect particulier de leur exploration expérimentale et où on leur permet de communiquer leur compréhension conceptuelle ou démontrer leurs habiletés ou comportement, à

- une phase d'élaboration où l'on met l'emphase sur la compréhension des concepts-clés et où l'on donne l'occasion de mettre en pratique les habiletés désirées et les stratégies de résolution de problèmes, à

- une phase d'application où l'hypothèse, le vocabulaire et les modèles/constats élaborés au préalable sont appliqués à de nouvelles situations, et reliés à des principes et concepts-clés des sciences, à

- une évaluation finale de la signification du nouvel apprentissage dans un contexte STS afin d'évaluer leur compréhension et habiletés et donner ainsi l'occasion à l'enseignant d'évaluer le progrès des élèves en vue d'atteindre les standards du programme.

En chimie, les élèves examinent des phénomènes liés à une gamme de sujets de façon à observer les rapports qui existent entre les sciences. Dans la mesure du possible, les exemples seront tirés du vécu de l'élève, de façon à ce que l'élève puisse faire le lien entre les connaissances scientifiques et la société qui l'entoure, la technologie que mettent au point les sociétés, et la nature même des sciences.

VUE GÉNÉRALE DU PROGRAMME

Le programme de Chimie 20-30 insiste sur les concepts-clés des sciences : *le changement/la transformation, la diversité, l'énergie, l'équilibre, la matière* et *les systèmes*, dans la mesure où ils se rapportent à la chimie. Ces thèmes montrent les liens entre les disciplines scientifiques, et fournissent aux enseignants une structure pour montrer aux élèves comment chaque section du programme se rapporte aux grandes idées scientifiques.

En plus de développer une compréhension solide des concepts et des principes fondamentaux des sciences, Chimie 20-30 a pour but d'éduquer les élèves sur la nature des sciences et de la technologie et sur l'interaction entre la chimie et la technologie. Les élèves doivent prendre conscience de l'impact formidable que la chimie et la technologie ont sur la société mais, en même temps, ils doivent se rendre compte du rôle et des limites des sciences chimiques, des sciences en général et de la technologie dans la résolution de problèmes à caractère social.

CHIMIE 20

La *matière* et les *transformations* chimiques sont les thèmes communs à tous les modules de Chimie 20. Il est essentiel de comprendre la nature de la *matière* et d'en analyser les *transformations* pour comprendre ce qui est en train de se produire et prédire ce qui va se produire; le contrôle des *transformations* est essentiel pour concevoir des *systèmes* technologiques. Les principes de conservation de la masse et de l'*énergie* aident à prédire et à expliquer les *transformations* qui se produisent dans un *système* fermé.

Les élèves de Chimie 20 sont prêts, sur le plan pédagogique, à commencer à définir la *matière* en termes conceptuels. Les observations qui donnent des preuves à l'appui des théories sont soulignées par l'expérimentation, ce qui permet de faire le lien entre les connaissances empiriques et théoriques.

Les principaux concepts à l'étude permettent d'établir des liens entre les quatre modules du cours et entre les sept modules des deux cours du programme.

Chimie 20 comprend quatre modules d'étude :

Module 1 : La matière sous forme de solutions, d'acides, de bases et de gaz
Module 2 : Rapports quantitatifs dans les transformations chimiques
Module 3 : Liaison chimique dans la matière
Module 4 : Diversité de la matière : Introduction à la chimie organique.

Chaque module de Chimie 20 emploie un contexte différent pour explorer la nature de la *matière*; identifier des caractéristiques communes et les processus par lesquels se modifient la *matière* et les *systèmes*. Le Module 1 est centré sur la nature de la *matière*, en particulier des solutions et des gaz, en examinant leurs propriétés, en identifiant des constantes et en analysant des *transformations*. Le Module 2 explore les rapports quantitatifs dans les réactions chimiques en prédisant les masses des substances subissant la réaction ou résultant d'une *transformation* chimique. Dans le Module 3, les modèles de l'atome sont étendus à des modèles de liaison en faisant le lien entre les propriétés de la *matière* et les explications théoriques de son comportement. Le Module 4 étudie les composés organiques et les compare à la *matière* inorganique. On y examine également la *transformation* et ses rapports avec les composés organiques dans les *systèmes* vivants et non vivants.

CHIMIE 30

Les thèmes *systèmes*, *énergie* et *transformation* sont au centre de Chimie 30. Les thèmes d'*équilibre* et de *matière* sont aussi soulignés, mais dans une moindre mesure. Les composantes d'un *système*, qui peut être un ensemble de substances ou de processus, s'influencent par le transfert d'*énergie* et de *matière*. Les changements dans une partie du système peuvent entraîner des *transformations* dans une autre partie de celui-ci. Dans un système en *équilibre*, les réactions opposées sont équilibrées.

Les principaux concepts à l'étude permettent de faire des liens entre les trois modules du cours et entre les sept modules de Chimie 20-30.

Chimie 30 comprend trois modules d'étude :

Module 1 : Transformations thermochimiques
Module 2 : Transformations électrochimiques
Module 3 : L'équilibre, les acides et les bases dans les transformations chimiques.

Chimie 30 élargit les concepts et les habiletés présentés en Sciences 10 et en Chimie 20. Chaque module de Chimie 30 emploie un contexte différent pour étudier la nature des *transformations* chimiques. Les thèmes sont abordés au moyen d'exemples tirés de la chimie inorganique et organique de sorte à souligner l'unité des sciences. L'*énergie*, dans la mesure où elle se rapporte aux *transformations* chimiques, est l'élément central du Module 1. L'*énergie* sous forme de chaleur est le plus souvent absorbée ou libérée au cours de réactions chimiques. La thermochimie est l'étude de ces *changements* de chaleur. Les *transformations* dans les *systèmes* physiques et nucléaires sont explorées en survol pour fins de comparaison. Le Module 2 comprend l'examen des *systèmes* électrochimiques, l'analyse des réactions d'oxydoréduction, et la quantification de la *matière* et de l'*énergie* en jeu. Dans le Module 3, l'accent est mis sur les *systèmes* chimiques en *équilibre*. Peu de réactions chimiques procèdent dans une seule direction; la plupart sont réversibles jusqu'à un certain point. Les *systèmes* chimiques faisant intervenir des acides et des bases sont étudiés à titre d'exemples.

CHIMIE 20

MODULE 1 : LA MATIÈRE SOUS FORME DE SOLUTIONS, D'ACIDES, DE BASES ET DE GAZ

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Matière, Transformations* et *Systèmes*

Dans le Module 1, les élèves élargissent leurs connaissances sur la nature de la *matière*, en faisant l'étude des *transformations* qui se produisent dans le domaine des solutions, y compris les acides, les bases et les gaz. La présentation de modèles de *matière* en tant que *systèmes* subissant des *changements/transformations* aide les élèves à mieux comprendre la structure sous-jacente de la *matière*.

Le module fait fond sur le Module 4, Sciences 7e année : Mesure de la température et de la chaleur, sur le Module 1, Sciences 8e année : Solutions et substances, sur le Module 5, Sciences 9e année : Propriétés chimiques et transformations, sur le Module 1, Sciences 10 : L'énergie solaire, et sur le Module 3, Sciences 10 : Matière et énergie dans les transformations chimiques. Ce module fournit aux élèves des bases pour entreprendre l'étude de la stœchiométrie et des liaisons en Chimie 20, et de l'électrochimie, des acides et des bases en Chimie 30.

Les trois **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- les solutions sont des mélanges homogènes de substances pures;
- les acides et les bases ont un effet sur les *systèmes* aqueux;
- un modèle de l'état gazeux de la *matière* ouvre des perspectives sur le comportement moléculaire.

Au cours de ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- proposer et planifier des activités;
- recueillir et enregistrer des données en respectant les consignes de sécurité et les normes environnementales;
- organiser et communiquer des données;
- évaluer la conceptualisation des enquêtes scientifiques sur les propriétés et les *transformations* de la *matière*.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'habileté et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- acquérir une attitude de questionnement et un désir de mieux comprendre la *matière*;
- reconnaître que les preuves scientifiques sont le fondement des généralisations et des explications sur la *matière*;
- prendre conscience de l'importance de l'eau comme milieu des *transformations* chimiques;
- apprécier la nécessité de mesures de sécurité pour manipuler et détruire les produits chimiques;
- respecter l'utilité des modèles et théories qui sont utilisés pour expliquer les phénomènes naturels liés au comportement des gaz;

- acquérir de l'intérêt pour le rôle des solutions, des acides, des bases et des gaz dans la vie quotidienne;

- reconnaître que notre compréhension de la *matière* a été accrue par les preuves découlant de l'application de la technologie, en particulier les instruments pour la prise de mesures et la gestion des données.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Les solutions sont des mélanges homogènes de substances pures.	• la composition des solutions peut être décrite avec exactitude, en élargissant les définitions vues au Module 1, Sciences 8e année, et aux Modules 1 et 3, Sciences 10, pour soluté, solvant, dissolution, solution, solubilité, et les propriétés de l'eau, et en : – fournissant des exemples tirés des systèmes vivants et non vivants, de la dissolution des substances dans l'eau comme condition préalable à une transformation chimique; – faisant la distinction entre les électrolytes et les non-électrolytes; – définissant la concentration en termes de molarité (moles par litre de solution); – utilisant des calculs simples pour démontrer différentes façons d'exprimer la concentration (par exemple, pourcentage de masse et de volume, parties par million «ppm»); – décrivant les étapes à suivre pour préparer ou pour diluer une solution; – décrivant un système d'équilibre dans une solution saturée en fonction du taux égal de dissolution et de cristallisation.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
- employer un simple appareil de conductivité pour faire une expérience pour identifier des solutions; - employer une balance et de la verrerie volumétrique pour préparer des solutions de concentration spécifique; - faire une expérience pour déterminer l'identité d'un ion, en employant de simples tests qualitatifs, tels que la couleur de la solution, la couleur de la flamme et le degré de solubilité; - écrire des équations de dissociation/ionisation pour des acides forts et des composés ioniques dissous; - calculer à partir de données empiriques, la concentration de solutions en moles par litre, et déterminer la masse ou le volume, d'après la concentration; - calculer à partir de données empiriques, la concentration de solutions diluées, ainsi que les quantités de solution et d'eau à employer pour diluer; - employer des données empiriques et des équations de dissociation pour calculer la concentration ionique d'une solution.	• comprenant les solutions et leur importance dans les systèmes vivants et non vivants; et les façons d'exprimer et de calculer la concentration; et de préparer des solutions, à l'aide de tests qualitatifs pour identifier les solutions et les ions en solution, dans le contexte : - de fournir des exemples sur les façons dont les solutions et les concentrations de solutions s'appliquent aux produits et aux procédés, dans les études scientifiques et à la vie quotidienne; comparer les façons dont les concentrations des solutions sont exprimées en laboratoire de chimie, dans les produits ménagers et dans les études environnementales; OU - d'expliquer l'importance de la concentration dans l'analyse des risques et des bienfaits et l'importance de l'amplification biologique pour accroître la concentration des substances dans les écosystèmes en termes de protection de l'environnement pour assurer une qualité de vie pour les générations à venir; OU - d'évaluer le risque inhérent à la manipulation, à l'entreposage et à la destruction de solutions utilisées fréquemment en milieu laboratoire et à la maison; OU - d'étudier l'application des principes scientifiques de l'analyse qualitative en chimie (par exemple, carrières en médecine légale); OU - tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Les acides et les bases ont un effet sur les *systèmes* aqueux.	• les acides et les bases ont un effet sur la chimie des systèmes aqueux, en élaborant les notions du Module 5, Sciences 9e année et du Module 3, Sciences 10, les propriétés, les formules et les noms des acides et des bases, et en : – définissant les acides et les bases, l'ionisation et la neutralisation, empiriquement et théoriquement, conformément aux concepts d'Arrhenius; – définissant le pH en termes de puissances de 10; – décrivant la relation entre le pH et la concentration des ions hydrogène (par exemple, un changement de 1 dans la valeur du pH est équivalent à un changement de 10 fois dans la concentration des ions hydrogène); – calculant les valeurs pH à partir de la concentration des ions hydrogène et la concentration des ions hydrogène à partir des valeurs pH.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que les acides et les bases ont un effet sur les systèmes aqueux en définissant les acides et les bases, en faisant la différence entre des solutions acides, basiques et neutres, à l'aide de tests simples, en écrivant des équations d'ionisation, et en calculant la concentration des ions hydrogène et hydroxyde en solution et le pH, dans le contexte :
– employer les indicateurs, le pH et la conductivité dans des expériences pour différencier les solutions acides, basiques et neutres;	– de fournir des exemples de produits et de procédés qui utilisent la connaissance de la chimie des acides et des bases (par exemple, pâte et papier, batteries de voiture, préparation des aliments, produits de nettoyage);
	OU
– calculer les concentrations de H+ ou de OH- dans les acides et les bases forts;	– d'identifier quelques produits et procédés quotidiens qui exigent de savoir comment manipuler les acides et les bases (par exemple, l'acide sulfurique dans les batteries de voiture, pourquoi on ne doit jamais mélanger le javel avec des produits d'entretien ménager, comment se servir des processus de dilution et de neutralisation pour nettoyer un déversement accidentel de solution acide ou basique;
	OU
– concevoir un tableau comparant le pH à la concentration en ion hydrogène afin d'illustrer qu'à mesure que la concentration des ions hydrogène augmente, le pH diminue.	– d'évaluer qualitativement les risques et les avantages du transport des substances acides et caustiques dans les zones peuplées en fonction du besoin de protéger l'environnement pour assurer la sécurité de la société et une qualité de vie pour les générations futures;
	OU
	– de faire le lien entre le concept de pH et son application pour décrire les solutions rencontrées dans la vie de tous les jours et de comparer l'échelle de pH à d'autres échelles comme l'échelle de Richter qui mesure l'intensité des tremblements de terre.
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. Un modèle de l'état gazeux de la *matière* ouvre des perspectives sur le comportement moléculaire.	• le comportement des gaz a été abondamment décrit et les rapports quantifiés, en élaborant du Module 4, Sciences 7e année, le concept de température et du Module 4, Sciences 10, la théorie cinétique moléculaire, et comment elle sert à expliquer les propriétés des solides, des liquides et des gaz, et en : – faisant des calculs, en utilisant les lois de Boyle et de Charles, et en illustrant comment ces lois sont reliées à la loi sur les gaz combinée; – reliant les lois de Boyle, Charles et Avogadro à la loi des gaz parfaits; – faisant les conversions entre les échelles de température Celsius et Kelvin et en exprimant la pression atmosphérique de plusieurs façons (par exemple, mm de Hg, atm, kPa); – faisant des calculs à partir de l'équation des gaz parfaits, PV = nRT, sous une variété de conditions (par exemple, température et pression standard (TPS), température et pression ambiante standard (TPAS); – décrivant le comportement des gaz parfaits et des gaz réels en fonction de la théorie cinétique moléculaire.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant le comportement des gaz en faisant le lien entre les lois des gaz proposés par Boyle, Charles et Avogadro et la loi des gaz parfaits, en décrivant le comportement des gaz réels et des gaz parfaits en fonction de la théorie cinétique moléculaire, et en traçant et en interprétant des graphiques qui montreront le rapport entre la pression et la température et le volume des gaz; en concevant, en faisant et en évaluant des expériences pour illustrer les lois des gaz, et en faisant des calculs qui sont basés sur les lois des gaz, dans le contexte :
– tracer et interpréter des graphiques de données expérimentales pour montrer le rapport entre pression et température, et le volume des gaz;	– de fournir des exemples de produits et de procédés quotidiens qui illustrent l'application des propriétés des gaz (par exemple, la respiration, l'olfaction, la température, la plongée sous-marine, l'engrais chimique à base d'ammoniac, un moteur à combustion interne, une turbine à vapeur, une montgolfière, le sac d'air pour voiture);
– concevoir et faire une expérience pour illustrer les lois des gaz, identifier et contrôler les variables;	OU
– faire et évaluer une expérience pour déterminer la masse molaire à partir du volume gazeux;	– de décrire selon une perspective historique, comment l'expérimentation et le développement de technologies capables de fournir des mesures précises a abouti à la formulation des lois sur les gaz;
– se servir de données empiriques pour faire des calculs fondés sur la loi des gaz parfaits.	OU
	– d'évaluer, en fonction de l'influence des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique, les avantages et les désavantages d'employer des gaz comprimés comme combustibles (par exemple, hydrogène, méthane ou propane);
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

MODULE 2 : RAPPORTS QUANTITATIFS DANS LES TRANSFORMATIONS CHIMIQUES

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Transformations* et *Systèmes*

Le Module 2 est centré sur les *transformations* chimiques et les rapports quantitatifs contenus dans l'équation chimique équilibrée. Les élèves doivent employer la manipulation mathématique et les principes stœchiométriques pour prédire les quantités de substances consommées ou produites dans les réactions chimiques. Ce module fait suite au Module 3, Sciences 10 : Matière et énergie dans les transformations chimiques, et au Module 1, Chimie 20, La matière sous forme de solutions, d'acides, de bases et de gaz.

Ce module fournit aux élèves des bases pour entreprendre l'étude des rapports quantitatifs dans les réactions thermochimiques, électrochimiques, acides et basiques en Chimie 30.

Les deux **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- les équations chimiques équilibrées indiquent les rapports quantitatifs entre les réactifs et les produits intervenant dans les *transformations* chimiques;
- les rapports entre les quantités de réactifs et de produits dans une *transformation* chimique sont employés dans l'analyse quantitative.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- proposer et planifier des activités;
- recueillir et enregistrer des données;
- organiser et communiquer des données;
- analyser des données qui ont trait aux rapports quantitatifs dans les *transformations* chimiques.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- acquérir une attitude positive face aux habiletés mathématiques et scientifiques;
- reconnaître l'importance de techniques de laboratoire soignées et de calculs précis pour obtenir des résultats exacts;
- acquérir de la confiance dans leur aptitude à raisonner mathématiquement;
- apprécier le rôle de la technologie comme les calculatrices et les balances dans la résolution de problèmes;
- se rendre compte du rapport entre les principes chimiques et les applications de la chimie;
- reconnaître la nécessité de preuves empiriques pour interpréter les phénomènes observés.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Les équations chimiques équilibrées indiquent les rapports quantitatifs entre les réactifs et les produits intervenant dans les *transformations* chimiques.	• les rapports molaires dans les équations chimiques équilibrées fournissent des renseignements quantitatifs sur les substances en question, en élaborant les notions du Module 3, Sciences 10 sur la façon d'équilibrer les équations et la signification de la masse molaire, et en : – prédisant le(s) produit(s) d'une réaction chimique, selon la sorte de réaction; – analysant les équations chimiques en fonction des atomes, des molécules, des espèces ioniques et des moles; – employant la stœchiométrie gravimétrique, des solutions et des gaz pour prédire les quantités de produits/réactifs intervenant dans des réactions chimiques; – se servant de l'estimation et de l'analyse des unités lors des calculs stœchiométriques; – utilisant les principes de chimie pour expliquer les calculs stœchiométriques.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que des équations équilibrées indiquent les rapports quantitatifs entre les produits et les réactifs en analysant des équations chimiques, en faisant et en expliquant des prédictions stœchiométriques; et en faisant des expériences pour vérifier les suppositions contenues dans les méthodes stœchiométriques, dans le contexte :
– faire une expérience qui vérifie la validité des hypothèses contenues dans les méthodes stœchiométriques par exemple, en prédisant et ensuite mesurant la quantité de produits obtenus lors d'une réaction et calculer le pourcentage de différence.	– d'analyser à l'aide des principes stœchiométriques et chimiques, les réactions chimiques intervenant dans certains processus et produits industriels et commerciaux (par exemple, production d'engrais, production de sodium et de chlore dans la cellule de Down, production d'ammoniac Haber-Bosch, combustion, traitement des eaux, gonflement des sacs d'air pour voiture); OU – de discuter du rôle de la preuve expérimentale dans la confirmation ou la modification des théories scientifiques en citant par exemple le rôle de Lavoisier dans le débat sur la théorie de la chaleur; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Les rapports entre les quantités de réactifs et de produits dans une *transformation* chimique sont employés dans l'analyse quantitative.	• les méthodes stœchiométriques jouent un rôle important dans l'analyse quantitative, en : – faisant la différence entre analyse qualitative et quantitative; – employant les preuves du titrage pour déterminer la concentration d'une solution; – employant les preuves des réactions de précipitation pour déterminer la concentration d'ions dans des solutions, à l'aide de procédures gravimétriques; – identifiant les espèces limitantes dans les réactions chimiques, et en calculant le rendement prédit et expérimental; – expliquant l'analyse quantitative, à l'aide de principes chimiques (par exemple, conservation de la masse dans une transformation chimique).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant le rapport entre les quantités de réactifs et de produits dans les transformations chimiques, les espèces limitantes, le rendement prédit et expérimental; et en concevant, faisant et évaluant des expériences et en faisant des calculs basés sur des analyses quantitatives pour déterminer la concentration d'une solution, dans le contexte :
– employer la verrerie et le matériel appropriés pour faire une expérience de titrage, en vue de déterminer la concentration d'une solution;	– d'expliquer l'interdépendance des sciences et de la technologie, au moyen d'exemples des applications de la stœchiométrie (par exemple, les industries utilisent les calculs stœchiométriques pour déterminer la quantité de matériaux bruts nécessaires pour produire des produits avec un minimum de perte);
	OU
– faire et évaluer une expérience à partir d'une réaction de précipitation, pour déterminer la concentration d'une solution;	– de décrire les applications industrielles, commerciales et ménagères, ainsi que les carrières qui exigent une connaissance de l'analyse quantitative;
	OU
– concevoir, faire et évaluer une expérience fondée sur des méthodes comme la cristallisation, la filtration ou le titrage, pour déterminer la concentration d'une solution.	– d'évaluer l'importance de certains sous-produits spécifiques dans les applications industrielles, commerciales et ménagères, des réactions chimiques en fonction de l'utilisation de la technologie pour améliorer le rendement, diminuer les déchets et diminuer l'impact environnemental (par exemple, récupérer le $SO_{2(g)}$ des cheminées, installer des post-combustion catalytiques dans les voitures, trouver d'autres moyens que le chlore pour désinfecter ou blanchir);
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

MODULE 3 : LIAISON CHIMIQUE DANS LA MATIÈRE

VUE GÉNÉRALE

Thème scientifique : *La matière*

L'objectif central de ce module est de faire le lien entre les théories de liaison et les propriétés de la *matière*, et d'élaborer des explications et des descriptions de structure et de liaison, à l'aide de modèles scientifiques.

Ce module fait suite au Module 3, Sciences 10 : Matière et énergie dans les transformations chimiques, et aux deux modules précédents de Chimie 20. Ce module fournit une introduction au Module 1 : Transformations thermochimiques, et au Module 2 : Transformations électrochimiques de Chimie 30.

Le **concept majeur** présenté dans ce module est :

- la liaison chimique de la *matière* se traduit par la formation de composés.

Au cours de ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- proposer et planifier des activités;
- recueillir et enregistrer des données;
- analyser;
- relier, synthétiser et intégrer les enquêtes scientifiques sur la question de liaison de la *matière*.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- l'incapacité des sciences à fournir des réponses complètes à toutes les questions;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- les limites du savoir scientifique et de la technologie.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- acquérir de la curiosité sur la nature de la liaison chimique;
- reconnaître l'utilité de modèles et de théories pour essayer d'expliquer la structure et le comportement de la *matière*;
- apprécier la nécessité de mesures de sécurité pour la manipulation et la destruction des produits chimiques;
- tolérer l'incertitude de nos explications sur la nature de la *matière*;
- reconnaître la nature restreinte des preuves pour interpréter les phénomènes observés.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. La liaison chimique de la *matière* se traduit par la formation de composés.	• les théories sur la liaison proposent que les liaisons chimiques comportent le transfert ou le partage d'électrons en étendant le modèle simple de l'atome, l'organisation du tableau périodique et les différences de propriétés des composés ioniques et covalents appris dans le Module 3, Sciences 10, et en : – définissant une liaison chimique comme le résultat de l'attraction simultanée des électrons par deux noyaux atomiques; – décrivant la liaison comme un continuum allant du transfert complet d'électrons à un partage égal des électrons; – définissant électron de valence, électronégativité, appariement d'électrons, liaison ionique et liaison covalente; – déterminant la polarité d'une molécule selon les formes structurales simples et la distribution inégale des charges; – expliquant pourquoi les formules des composés ioniques désignent le plus simple rapport d'ions en nombre entier qui donne une charge nette de zéro tandis que les formules pour les composés moléculaires désignent le nombre d'atomes de chaque élément constitutif; – comparant la liaison intramoléculaire avec les forces intermoléculaires, en fonction de la force et des espèces y intervenant; – expliquant, en termes qualitatifs simples, les transformations d'énergie de la rupture et de la formation de liaisons, et en rapprochant cela à la raison pour laquelle certaines transformations sont exothermiques, tandis que d'autres sont endothermiques;

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que les liaisons chimiques comportent le transfert ou le partage d'électrons, en comparant et contrastant les liaisons intermoléculaires et intramoléculaires; en construisant des modèles de composés, en utilisant le tableau périodique et les séries d'activités pour prédire les liaisons; en concevant et faisant une expérience pour étudier la série d'activités des métaux, et en dessinant des diagrammes de points d'électrons et les structures de Lewis, dans le contexte :
- construire des modèles représentant la structure des molécules covalentes et des solides ioniques simples;	- d'analyser le fonctionnement de processus et de produits de la vie quotidienne contenant bon nombre de composés ioniques et covalents (par exemple, étudier la composition des produits ménagers, les réactions de combustion et les processus de la vie);
	OU
- utiliser le tableau périodique comme outil pour prédire la formation des composés ioniques et moléculaires;	- de rapprocher les principes chimiques inclus dans les théories de liaison, l'oxidation et la réduction, et les séries d'activités à des termes employés couramment comme métal «précieux», rouille, stabilité, réactivité;
	OU
- écrire des demi-réactions pour la formation de composés ioniques simples, montrant l'oxydation du métal et la réduction du non-métal; équilibrer ensuite les charges et combiner en une seule équation;	- de souligner les limites des théories de liaison comme par exemple, étudier la liaison dans les métaux et dans la céramique et le concept de résonance;
ex. : $2Na(s) \rightarrow 2Na^+ + 2e^-$ $Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ $2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl(s)$	OU
	- de décrire le rôle de la preuve expériementale dans l'accumulation de connaissance en faisant un lien entre les propriétés des substances (par exemple, point de fusion et d'ébullition, solubilité, densité et viscosité) et la prédiction des liens intermoléculaires et intramoléculaires de ces substances;
- concevoir et faire une expérience pour étudier la réactivité de divers métaux avec l'eau, l'oxygène, et de l'acide diluée, pour développer une série d'activités;	
- employer les données du tableau périodique, et une série d'activités pour prédire la liaison et le transfert d'électrons entre les éléments;	
- tracer des diagrammes de points d'électrons d'atomes et de molécules, écrire des formules structurales pour des composés, et employer les structures de Lewis pour prédire la liaison dans les molécules simples.	

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	(suite) – décrivant l'information contenue dans les séries d'activités et comment elles ont été développées; – définissant l'oxydation comme une perte d'électrons et la réduction comme un gain d'électrons; – établissant un rapprochement entre les termes oxydation et réduction et les liaisons entre les métaux et les non-métaux (par exemple, corrosion).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
	(suite)
	OU
	– d'étudier les applications et les propriétés des matériaux modernes comme les semi-conducteurs, la céramique et les composites;
	OU
	– d'expliquer comment les sciences et la technologie interagissent dans la production et la répartition des matériaux utiles; et d'expliquer l'influence des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

MODULE 4 : DIVERSITÉ DE LA MATIÈRE : INTRODUCTION À LA CHIMIE ORGANIQUE

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Matière, Diversité* et *Transformations*

Dans ce module, les élèves approfondissent leurs connaissances de la *diversité* de la *matière* à l'aide d'exemples spécifiques de composés organiques. Les élèves découvrent les propriétés chimiques et physiques des composés organiques, la nomenclature générale et les formules pour les catégories d'hydrocarbures, leurs principaux dérivés et réactions. Un autre thème abordé dans ce module, c'est la *transformation* telle qu'elle figure dans les réactions comportant des composés organiques dans des systèmes vivants et non vivants.

Ce module fait suite au Module 5, Sciences 9e année : Propriétés chimiques et transformations, au Module 3, Sciences 10 : Matière et énergie dans les transformations chimiques, au Module 3, Chimie 20 : Liaison chimique dans la matière. Ce module prépare les élèves à l'approche intégrée de la chimie organique et inorganique, adoptée en Chimie 30.

Les deux **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- les composés organiques sont une forme de *matière* commune;
- les *transformations* chimiques des composés organiques sont nombreuses et *diverses*.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- proposer et planifier des activités;
- organiser et communiquer des données;
- relier, synthétiser et intégrer les enquêtes scientifiques sur les composés organiques et leurs réactions.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique;
- la capacité et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître la diversité des composés organiques et leur importance pour la vie quotidienne;
- reconnaître que les sciences et la technologie fournissent plusieurs produits utiles;
- apprécier la nécessité de mesures de sécurité pour manipuler et détruire les produits chimiques;
- reconnaître que, grâce à la chimie, on a produit des composés synthétiques qui ont apporté beaucoup de bienfaits à la société;
- se rendre compte de la nécessité d'avoir l'esprit ouvert dans l'évaluation des questions environnementales;
- respecter les contributions et les limites des connaissances scientifiques et technologiques dans la prise de décisions d'ordre social.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Les composés organiques sont une forme de *matière* commune.	• les composés organiques ont des caractéristiques qui permettent de les distinguer les uns des autres, en :
	– comparant les composés organiques et inorganiques en fonction de la présence de carbone, la liaison et les propriétés qui y sont reliées, et des sources naturelles;
	– décrivant la composition et la formule structurale des hydrocarbures aliphatiques, cycliques et aromatiques;
	– fournissant des noms et des formules pour les catégories de composés organiques décrites ci-dessus;
	– définissant l'isomérie structurale et en donnant des exemples;
	– identifiant les alcools, aldéhydes, cétones, acides carboxyliques, hydrocarbures halogénés, amines, amides et esters à partir de leurs noms UICPA et des groupements fonctionnels dans leurs formules structurales.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que les composés organiques ont des caractéristiques qui permettent de les distinguer les uns des autres en les comparant avec les composés inorganiques, en décrivant la composition et en donnant les noms et les formules structurales d'hydrocarbures variés et de leurs dérivés; en étudiant les propriétés physiques et chimiques d'exemples représentatifs de composés organiques et en construisant des modèles représentant les structures d'exemples simples, dans le contexte :
– employer des substances et des procédures non dangereuses pour étudier, les propriétés physiques et chimiques d'exemples représentatifs de composés organiques;	– de comparer des exemples de composés organiques et inorganiques et où on les retrouve et comment ils sont utilisés dans des produits et des processus de la vie quotidienne;
	OU
– recueillir des données pour comparer les propriétés d'une paire d'isomères organiques;	– d'expliquer les différentes conventions de nomenclature qui diffèrent dans un contexte historique et culturel;
	OU
– construire des modèles moléculaires représentant les structures de composés organiques simples.	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Les *transformations* chimiques des composés organiques sont nombreuses et *diverses.*	• les composés organiques subissent une variété de réactions chimiques, en :
	– définissant et donnant des exemples de réactions d'addition de substitution, d'élimination, d'estérification et de combustion des hydrocarbures;
	– écrivant et équilibrant des équations chimiques pour les réactions décrites ci-dessus;
	– définissant et décrivant sommairement la structure et donnant des exemples de monomères, polymères et de polymérisation dans des systèmes vivants et non vivants (par exemple, plastiques, glucides, protéines);
	– comparant des réactions de composés organiques dans des systèmes vivants et non vivants (par exemple, la combustion de combustibles et l'oxydation de glucides);
	– comparant le craquage et le reformage des hydrocarbures.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que les composés organiques subissent une variété de transformations chimiques en définissant, en donnant des exemples et en écrivant des équations chimiques pour des réactions variées; et en synthétisant un composé organique en laboratoire et en construisant des modèles pour montrer la polymérisation, dans le contexte :
– construire des modèles représentant la polymérisation;	– d'analyser des polymères communs, en fonction de leur composition et de leur structure (par exemple, papier, plastique, fibre, aliments que l'on retrouve à la maison, à l'école et dans la communauté);
– synthétiser un composé organique (par exemple, un alcool, un ester, un polymère ou un savon).	OU
	– de décrire l'industrie pétrochimique en Alberta et d'étudier le choix de carrières afférentes à la chimie organique;
	OU
	– d'évaluer les effets positifs et négatifs des composés organiques de production synthétique, en reconnaissant que le développement de ces produits a joué un rôle important dans notre qualité de vie et dans notre niveau de vie mais qu'une solution pratique, à des problèmes sociaux et environnementaux, exige souvent un compromis entre des priorités rivales;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CHIMIE 30

MODULE 1 : TRANSFORMATIONS THERMOCHIMIQUES

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Transformations*, *Énergie* et *Systèmes*

Dans ce module, les élèves étudient l'*énergie*, dans la mesure où elle se rapporte aux *transformations* physiques, chimiques et nucléaires. Les apprenants quantifient l'énergie active dans les *systèmes* thermochimiques.

Ce module fait suite au Module 3, Sciences 9e année : L'énergie calorifique; Module 1, Sciences 10 : L'énergie solaire; Module 3 : Matière et énergie dans les transformations chimiques, et Module 4 : Énergie et transformation; Module 2, Chimie 20 : Rapports quantitatifs dans les transformations chimiques. Ce module prépare les élèves aux études postsecondaires dans des disciplines connexes.

Le **concept majeur** présenté dans ce module est :

- il y a des *transformations* d'*énergie* associées aux *transformations* de la *matière*.

Au cours de ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- proposer et planifier des activités;
- recueillir et enregistrer des données;
- organiser et communiquer des données;
- analyser;
- relier, synthétiser et intégrer;
- évaluer des enquêtes scientifiques sur les *transformations d'énergie*.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- l'emploi de la technologie pour résoudre des problèmes concrets;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier d'une société sur la recherche scientifique et technologique;
- la capacité et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- acquérir de l'intérêt pour les transformations *énergétiques* se produisant autour d'eux;
- reconnaître l'utilité des habiletés de calcul et de résolution de problèmes par rapport à l'*énergie*;
- apprécier la nécessité d'exactitude et de précision dans la collecte de données liée à l'*énergie*;
- acquérir un sens de leur responsabilité face à l'emploi d'*énergie*;
- acquérir de l'intérêt pour les questions d'*énergie* planétaires et l'efficacité d'activités locales pour contribuer à résoudre les problèmes liés à l'*énergie*;
- reconnaître la nécessité d'équilibrer les objectifs *énergétiques* et environnementaux à long terme avec les divers besoins de la société;
- reconnaître l'importance et la signification de diverses solutions possibles à un problème.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Il y a des *transformations d'énergie* associées aux *transformations* de la *matière*.	• les transformations d'énergie peuvent être mesurées et quantifiées, en élaborant les notions du Module 1, Sciences 10 : L'énergie solaire, et du Module 4, la loi de la conservation d'énergie, les lois de la thermodynamique, les définitions pour l'énergie potentielle et cinétique, la chaleur de fusion et les calculs comportant les changements de température et de phase dans l'eau, basés sur $Q = mc \triangle T$, en élaborant aussi la signification d'énergie de dissociation de liaison, de transformation exothermique et endothermique du Module 3, Chimie 20, et en :
	– expliquant ce qu'on entend par transformation d'énergie d'un système en termes de chauffage et de refroidissement, d'équilibre thermique, de changement de température, de changement de phase, des forces entre les particules, du mouvement des particules et du contenu en chaleur;
	– écrivant des équations de réaction équilibrée qui comportent la transformation d'énergie (changements d'enthalpie);
	– employant et interprétant la notation changement d'enthalpie ($\triangle H$) pour communiquer les transformations d'énergie;
	– expliquant que les catalyseurs fournissent une autre possibilité pour les transformations chimiques sans affecter la quantité nette d'énergie produite ou absorbée;
	– définissant l'enthalpie molaire, y inclus les chaleurs de phase, de transformation chimique et nucléaire;
	– utilisant un tableau de chaleur de formation standard pour prédire la chaleur de réaction pour une transformation chimique;
	– appliquant les lois de Hess pour déduire des équations pour les transformations d'énergie;

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprennant que les transformations d'énergie associées aux transformations de la matière peuvent être mesurées et quantifiées en expliquant la transformation d'énergie d'un système; donnant des explications simples pour les transformations d'énergie dans les changements de phase, les transformations chimiques et nucléaires; en faisant des calculs se rapportant à des transformations physiques et chimiques de la matière; et en dessinant et en interprétant des diagrammes d'énergie; en concevant, faisant et évaluant des expériences pour déterminer les enthalpies molaires et l'efficacité énergétique, dans le contexte :
– tracer et interpréter des diagrammes d'énergie à partir de données expérimentales (par exemple, courbes de chauffage et graphiques d'énergie potentielle pour les changements de phase et les transformations chimiques et nucléaires);	– de fournir des exemples de leur dépendance personnelle de l'énergie potentielle chimique de la matière (par exemple, des combustibles et d'identifier et d'évaluer des façons d'utiliser l'énergie plus efficacement à la maison et dans la communauté de façon à utiliser nos ressources naturelles judicieusement afin d'assurer des provisions adéquates pour les générations futures;
– faire et évaluer des expériences pour déterminer les enthalpies molaires des transformations physiques et chimiques de la matière;	OU
– faire des calculs à partir de données empiriques recueillies d'expériences montrant les changements d'énergie associés aux transformations chimiques et physiques de la matière;	– d'expliquer, au moyen d'exemples, comment les catalyseurs jouent un rôle dans plusieurs processus chimiques et biochimiques importants (par exemple, enzymes dans les processus cellulaires, catalyseurs qui diminuent la pollution de l'air);
– concevoir une procédure expérimentale pour comparer l'enthalpie molaire de deux combustibles ou plus;	OU
– concevoir et construire un mécanisme de chauffage et calculer son efficacité.	– d'illustrer l'importance économique des combustibles fossiles, en se servant d'exemples tirés des industries pétrolière et pétrochimique en Alberta; d'analyser, à l'aide des principes chimiques, le raffinage des hydrocarbures; et d'explorer les choix de carrière dans l'industrie de l'énergie;

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

(suite)

- expliquant comment l'énergie emmagasinée sous forme d'énergie potentielle dans les liaisons chimiques des combustibles fossiles prend sa source dans le Soleil et est convertie par le processus de photosynthèse chez les plantes vivantes, représenté ici simplement par : $6CO_{2(g)} + 6\ H_2O_{(l)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)}$;

- comparant la respiration cellulaire représentée par la simple équation : $C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$ à la combustion des combustibles;

- comparant les changements de phase et les transformations chimiques et nucléaires en fonction des quantités d'énergie en jeu;

- fournissant des explications qualitatives simples basées sur les forces intermoléculaires, les liaisons chimiques et les forces nucléaires pour les transformations d'énergie (changements d'enthalpie) qui se produisent pendant les changements de phase et les transformations chimiques et nucléaires de la matière;

- reconnaissant les réactions de fission et de fusion nucléaires.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
	(suite)
	OU – d'évaluer les différents combustibles en fonction de leur impact économique et environnemental et d'étudier et d'analyser d'autres sources d'énergie en fonction de la capacité et de la responsabilité qu'a la société, grâce aux sciences et à la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations futures; OU – d'évaluer qualitativement les risques et les avantages de compter sur les combustibles fossiles comme source d'énergie, si on considère les limites de la connaissance scientifique et de la technologie dans la prise de décisions d'ordre social; OU – tout autre contexte pertinent.

MODULE 2 : TRANSFORMATIONS ÉLECTROCHIMIQUES

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Matière, Énergie, Systèmes* et *Transformations*

Dans ce module, les élèves étudient les *transformations* électrochimiques, en analysant les *changements/transformations* de *matière* et d'*énergie* dans un *système.*

Ce module fait suite au Module 3, Sciences 9e année : Systèmes électromagnétiques; Module 3, Sciences 10 : Matière et énergie dans les transformations chimiques; Module 4, Chimie 20 : Rapports quantitatifs dans les transformations chimiques, et le Module 3 : Liaison chimique dans la matière. Ce module prépare les élèves aux études postsecondaires dans des disciplines connexes.

Les deux **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- beaucoup de *transformations* chimiques comportent un transfert d'électrons;
- l'*énergie* intervient dans les *transformations* électrochimiques.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- proposer et planifier des activités;
- recueillir et enregistrer des données;
- organiser et communiquer des données;
- analyser;
- relier, synthétiser et intégrer;
- évaluer des enquêtes scientifiques sur les *transformations* électrochimiques.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque de l'avancement des sciences sur la technologie;
- la capacité et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- acquérir de l'intérêt pour les réactions d'oxydoréduction qui se produisent dans la vie quotidienne;
- reconnaître la créativité et la persévérance nécessaires pour élaborer des solutions possibles aux problèmes;
- être prêts à essayer diverses stratégies de résolution de problèmes et à prendre le risque de se tromper;
- apprécier les contributions des innovations technologiques de l'électrochimie à la qualité de la vie;
- se rendre compte que l'application de la technologie par les sociétés humaines peut avoir des effets bénéfiques et nocifs sur les *systèmes* biologiques;
- reconnaître la nature multidimensionnelle des questions de sciences, technologie et société.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Beaucoup de *transformations* chimiques comportent un transfert d'électrons.	• les réactions d'oxydoréduction comportent un transfert d'électrons, en élaborant les notions apprises dans le Module 3, Chimie 20, la signification d'électronégativité, d'oxydoréduction et de série d'activités, et en : – définissant les termes : oxydant, réducteur, degré d'oxydation, demi-réaction, auto-oxydation (dismutation); – différenciant entre les réactions d'oxydoréduction et les autres réactions en identifiant les demi-réactions et les changements de degrés d'oxydation; – décrivant l'oxydoréduction dans les processus biochimiques simples (par exemple, la respiration cellulaire du glucose en bioxyde de carbone, $C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$; la photosynthèse dans les plantes vertes, $6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)}$; – identifiant le transfert d'électrons, les oxydants et les réducteurs dans des réactions d'oxydoréduction; – écrivant et équilibrant des équations pour les réactions d'oxydoréduction : – en utilisant des équations de demi-réaction provenant d'un tableau de potentiel de réduction standard; – en développant des équations de demi-réaction simples à partir de l'information fournie au sujet de transformations d'oxydoréduction; – en donnant des degrés d'oxydation à des espèces subissant une transformation chimique; – en comparant les réactions d'oxydoréduction dans les systèmes vivants et non vivants.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que plusieurs transformations chimiques comportent un transfert d'électrons en définissant des termes reliés à l'oxydoréduction; identifiant, écrivant et équilibrant des équations pour des réactions d'oxydoréduction, calculant des quantités inconnues à partir de réactions de titrage d'oxydoréduction; et en concevant, faisant et évaluant des expériences pour dériver un tableau de réduction simple et vérifiant des prédictions au sujet de l'oxydoréduction, dans le contexte :
– comparer la force relative d'oxydants et de réducteurs à partir de données empiriques;	– d'analyser comme un exemple de fonctionnement de produits et de processus basé sur des principes scientifiques, des réactions d'oxydoréduction qui se produisent dans la vie quotidienne (par exemple, corrosion métallurgique, respiration, photosynthèse, en identifiant les demi-réactions, les oxydants et les réducteurs);
– employer un tableau de réduction comme outil pour prédire le résultat des réactions d'oxydoréduction;	OU
– choisir le matériel approprié et l'employer correctement dans une expérience de titrage d'oxydoréduction;	– d'analyser comme un exemple de fonctionnement de produits et de processus basé sur des principes scientifiques, les réactions d'oxydoréduction employées dans l'industrie et commercialement (par exemple, processus de blanchiment de la pâte et du papier, blanchiment des textiles, traitement de l'eau, traitement des aliments, en identifiant les demi-réactions, les oxydants et les réducteurs;
– faire des calculs pour déterminer les quantités de substances impliquées dans des réactions d'oxydoréduction en utilisant des données provenant d'expérience de titrage.	OU
	– d'étudier l'utilisation de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques reliés à la corrosion;
	OU
	– faire le lien entre les réactions d'oxydoréduction et les problèmes environnementaux mondiaux, comme la production de gaz causant l'effet de serre et les pluies acides;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. L'*énergie* intervient dans les *transformations* électrochimiques.	• les piles électrochimiques fonctionnent à partir de l'énergie des réactions d'oxydoréduction spontanées tandis que les cellules électrolytiques ont besoin d'énergie électrique pour causer des réactions d'oxydoréduction non spontanées, en : – définissant et identifiant ce qui suit sur un diagramme d'une pile électrochimique/cellule électrolytique : anode, cathode, anion, cation; de même que pont salin/cuve poreuse et circuit externe pour la première, et alimentation pour la seconde; – prédisant et écrivant les équations équilibrées pour les réactions à la cathode et à l'anode d'une pile électrochimique/cellule électrolytique en reconnaissant que les prédictions et les observations ne concordent pas toujours (par exemple, la production de chlore gazeux par l'électrolyse d'eau salée); – identifiant sur un diagramme d'une pile électrochimique/cellule électrolytique le flux d'électrons, la migration des cations et anions et les changements de masse et de couleur, formation de gaz et de précipités aux électrodes; – définissant le potentiel standard de réduction et expliquant comment les valeurs sont toutes en rapport avec $E^\circ = 0{,}00V$ qui est la valeur fixée pour l'électrode standard d'hydrogène; – calculant les valeurs de potentiel standard de pile pour les réactions d'oxydoréduction; – prédisant la spontanéité ou la non-spontanéité des réactions d'oxydoréduction en fonction des valeurs de potentiel standard de pile calculées et de la position des équations de demi-réaction dans un tableau de potentiels standard de réduction; – faisant des calculs pour déterminer les quantités de masse, volume, concentration, courant et temps dans une seule pile électrochimique/cellule électrolytique.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant les piles électrochimiques/ cellules électrolytiques en identifiant leurs principales caractéristiques sur un diagramme et en les définissant; prédisant et écrivant des équations équilibrées pour des réactions qui se produisent à la cathode et à l'anode, et faisant des calculs pour déterminer les quantités de produits qui y sont formés; et en concevant, construisant, observant et découvrant des piles électrochimiques/cellules électrolytiques, dans le contexte :
– construire, observer et décrire une cellule électrolytique, et comparer les prédictions et les observations;	– d'analyser l'interdépendance des sciences et de la technologie dans les applications commerciales des piles électrochimiques/ cellules électrolytiques (par exemple, piles, industries de galvanoplastie, raffinage des métaux à partir de leurs minerais et désinfection de l'eau des piscines);
– concevoir, construire et mesurer le potentiel standard de pile électrochimique, et comparer les prédictions et les observations;	OU
– évaluer les plans expérimentaux pour les piles électrochimiques/cellules électrolytiques, et identifier les limites et suggérer des améliorations et des alternatives;	– de comparer et contraster le coût énergétique du raffinage des métaux à partir de leurs minerais, et du recyclage des métaux; et de décrire les grandes lignes du processus par lequel des produits à base métallique d'usage commun sont recyclés dans leur communauté (par exemple, aluminium ou boîtes de fer-blanc, comme un exemple de la société qui prend la responsabilité de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations futures);
– utiliser un tableau de potentiels standard de réduction comme un outil pour prédire la spontanéité des réactions d'oxydoréduction et les produits;	OU
– faire une expérience pour vérifier des prédictions faites au sujet de réactions d'oxydoréduction, en ce qui a trait à la spontanéité, aux produits et aux valeurs de potentiel standard de pile.	– d'évaluer l'importance économique des piles pour la société moderne, et de prédire leur importance dans l'avenir (par exemple, pour le transport); d'étudier la questions de destruction des piles usagées, et proposer des solutions de rechange à ce problème;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

MODULE 3 : L'ÉQUILIBRE, LES ACIDES ET LES BASES DANS LES TRANSFORMATIONS CHIMIQUES

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Systèmes, Transformations et Équilibre*

Dans ce module, le concept d'*équilibre* est élargi pour inclure le traitement quantitatif de l'équilibre dans les *systèmes* de réaction comportant des gaz parfaits et des solutions acides et basiques. Les élèves appliquent les méthodes stœchiométriques aux expériences de titrage, continuent à explorer les indicateurs, et sont initiés aux *systèmes* tampons.

Ce module fait suite au Module 1, Sciences 8e année : Solutions et substances; Module 5, Sciences 9e année : Propriétés chimiques et transformations; Module 3, Sciences 10 : Matière et énergie dans les transformations chimiques; Module 1, Chimie 20 : La matière sous forme de solutions, d'acides, de bases et de gaz; et Module 2 : Chimie 20 : Rapports quantitatifs dans les transformations chimiques. Ce module prépare les élèves aux études postsecondaires dans des disciplines connexes.

Les trois **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- il y a un équilibre de réactions opposées dans les *systèmes d'équilibre* chimique;
- les *systèmes* d'acide et de base sont décrits quantitativement et qualitativement;
- la chimie des acides et des bases comporte des transferts de protons.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- proposer et planifier des activités;
- recueillir et enregistrer des données;
- organiser et communiquer des données;
- analyser;
- relier, synthétiser et intégrer;
- évaluer des enquêtes scientifiques sur l'*équilibre*, les acides et les bases.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées modifiées ou réfutées;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- les limites des connaissances scientifiques et de la technologie;
- la capacité et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître l'utilité du modèle mathématique pour décrire l'*équilibre* chimique;
- apprécier le rôle de l'observation précise et de l'expérimentation soignée pour apprendre la chimie des acides et des bases;
- tolérer l'incertitude intervenant quand on fournit des définitions théoriques des acides, des bases et de l'*équilibre*;
- apprécier la nécessité de mesures de sécurité pour la manipulation, l'entreposage et la destruction des produits chimiques;
- reconnaître la complexité de problèmes environnementaux tels que les dépôts d'acide, qui n'ont pas de solution simple;

- cultiver l'honnêteté intellectuelle, l'ouverture d'esprit et l'objectivité quand ils auront à évaluer les effets environnementaux causés par les *transformations* chimiques.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Il y a un équilibre des réactions opposées dans les *systèmes d'équilibre* chimique.	• les réactions chimiques faisant intervenir des gaz, des acides et des bases peuvent être décrites comme des systèmes en équilibre dynamique, en élaborant le modèle pour l'équilibre dans une solution saturée, de Chimie 20, et en : – énonçant les critères qui s'appliquent à un système en équilibre (par exemple, système fermé, constance des propriétés, preuve de réversibilité, taux égaux de réactions dans les deux directions); – écrivant et interprétant des équations de réaction chimique pour des systèmes chimiques en équilibre; – faisant le lien entre la réversibilité des réactions dans les piles électrochimiques et l'équilibre; – calculant les constantes et les concentrations d'équilibre pour les systèmes chimiques homogènes simples quand : – les concentrations à l'équilibre sont connues; – les concentrations initiales et une concentration à l'équilibre sont connues; – la constante d'équilibre et une concentration à l'équilibre sont connues; – prédisant si les réactifs ou les produits sont favorisés ou non dans une réaction réversible, en fonction de la valeur de la constante d'équilibre; – prédisant qualitativement les changements d'équilibre causés par des changements de température, de pression, de volume ou de concentration, en se basant sur le principe de Le Châtelier; – expliquant que les catalyseurs n'affectent pas les concentrations à l'équilibre mais seulement le temps que cela prend à un système pour atteindre l'équilibre.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que plusieurs réactions chimiques peuvent être décrites comme des systèmes en équilibre dynamique en énonçant les critères qui les identifient; écrivant des équations, calculant des constantes et des concentrations d'équilibre pour des systèmes chimiques en équilibre, et en concevant et en faisant des expériences pour analyser qualitativement les changements d'équilibre, dans le contexte :
– identifier les variables et faire une expérience pour vérifier qualitativement les prédictions des changements d'équilibre.	– d'appliquer les principes d'équilibre pour analyser des phénomènes quotidiens (par exemple, la plus forte concentration des globules rouges dans l'appareil circulatoire des gens qui vivent à haute altitude; le dioxyde de carbone qui s'échappe d'une bouteille de boisson gazeuse ouverte, la précipitation de calcaire dans les grottes; la corrosion rapide des métaux en présence d'acide; le rôle des océans dans le cycle du carbone); OU – d'analyser, en fonction des principes d'équilibre, les processus industriels tels que les processus de Haber-Bosch pour produire de l'ammoniac et le processus de Solvay pour produire du carbonate de sodium; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Les *systèmes* acide et base sont décrits quantitativement et qualitativement.	• les systèmes acide et base sont décrits quantitativement et qualitativement de plusieurs façons, en élaborant, de Chimie 20, les définitions d'acide, de base et de pH, et en :
	– expliquant l'échelle pH/pOH en fonction des logarithmes;
	– définissant Ke, Ka et Kb;
	– calculant les concentrations $H_3O^+_{(aq)}$ et $OH^-_{(aq)}$, le pH et le pOH pour des solutions, à l'aide de la constante d'ionisation de l'eau, Ke;
	– prédisant, qualitativement, les changements de pH et de pOH quand une solution est diluée;
	– différenciant entre la force et la concentration dans les acides et les bases en se basant sur leurs propriétés empiriques;
	– comparant les acides et les bases forts et faibles en employant les principes d'équilibre;
	– faisant des calculs pour déterminer soit le pH, pOH, $[H_3O^+_{(aq)}]$, $[OH^-_{(aq)}]$, Ka ou Kb à partir de masses de solutés, de volumes et de concentrations de solutions;
	– faisant des calculs pour déterminer des masses de solutés, des volumes ou des concentrations de solutions à partir de pH, pOH, $[H_3O^+_{(aq)}]$, $[OH^-_{(aq)}]$, Ka et Kb.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que les systèmes acide et base sont décrits quantitativement, en utilisant le pH, pOH, $[H_3O^+_{(aq)}]$, $[OH^-_{(aq)}]$, Ke, Ka, Kb et la concentration; et en faisant des calculs pour déterminer un des paramètres mentionnés ci-haut à partir de données empiriques, et en faisant la distinction entre les acides et les bases faibles et forts et d'autres solutions, dans le contexte :
– concevoir et faire une expérience pour distinguer entre les acides et les bases faibles et forts et une variété de solutions neutres;	– de décrire l'importance du pH dans la formulation de différents produits, dans le maintien d'environnements aquatiques et terrestres viables, et dans les fluides corporels des systèmes vivants; et de comprendre l'importance des principes chimiques pour expliquer le fonctionnement des produits ou des processus;
– calculer Ka et Kb à partir de données empiriques fournies.	OU
	– de tracer, selon une perspective historique, le développement de l'échelle pH comme un exemple du fait que les scientifiques ont toujours fait leur possible pour améliorer la communication;
	OU
	– d'expliquer l'importance de la force et de la concentration dans les déversements de produits chimiques, dans le transport de matières dangeureuses, et dans les dépôts acides; et de discuter du besoin pour la société et les individus de protéger l'environnement pour les générations futures;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. La chimie des acides et des bases comporte des transferts de protons.	• les réactions acides-bases de Bronsted-Lowry comportent un transfert de protons, en élaborant de Chimie 20, les définitions de base, d'acide et de neutralisation d'Arrhenius, et en :
	– écrivant et interprétant des équations de réactions chimiques illustrant la définition des acides et bases et de la neutralisation de Bronsted-Lowry;
	– identifiant des paires conjuguées d'acides et bases de Bronsted-Lowry dans des équations de réactions chimiques;
	– définissant et décrivant les indicateurs et expliquant les changements de couleur en fonction d'un changement d'équilibre;
	– décrivant des exemples de substances qui peuvent agir comme donneurs de protons ou accepteurs de protons;
	– décrivant des exemples de substances qui peuvent accepter ou donner plus d'un proton et en écrivant et interprétant des équations chimiques qui s'y rapportent;
	– faisant des calculs qui se rapportent aux réactions entre les acides et les bases y compris les réactifs en excès dans les combinaisons acide fort-base forte;
	– différenciant entre le point de virage et le point d'équivalence;

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*

– prédire la réaction acide-base la plus probable, à l'aide de tableaux de force relative acide-base;
– concevoir et faire une expérience pour déterminer les propriétés des acides inorganiques et organiques;
– étalonner une solution d'acide ou de base en employant les étalons primaires;
– faire une expérience de titrage et les calculs qui s'imposent pour déterminer la concentration d'une solution d'acide ou de base;
– employer un pH-mètre et la verrerie de laboratoire associés aux titrages;
– employer des indicateurs pour déterminer le pH approximatif d'une solution acide ou basique;
– tracer et interpréter des graphiques de courbes de titrage en se servant des données des expériences de titrage comportant différentes combinaisons d'acides et de bases, y compris :
  – un acide fort avec une base forte;
  – un acide fort avec une base faible;
	• comprenant la définition des acides et des bases de Bronsted-Lowry en analysant, prédisant et écrivant des équations chimiques pour les réactions acide et base; en expliquant les indicateurs, les tampons et le titrage; en faisant des calculs découlant des réactions entre des acides forts et des bases fortes; et en concevant, faisant et évaluant des expériences pour étudier les acides, les bases et l'effet tampon; en faisant une expérience de titrage, et dessinant et interprétant des graphiques de courbe de titrage, dans le contexte :
	  – d'expliquer, selon une perspective historique, les limites des concepts acide-base pour expliquer les phénomènes observés, et les façons dont les théories proposées pour les acides et les bases ont été supportées, modifiées ou refutées;
	  OU
	  – d'expliquer à l'aide des principes chimiques la formation des dépôts acides, en décrivant leur impact environnemental et les mesures prises par les industries pour réduire les émissions; et d'évaluer les problèmes des dépôts acides, en reconnaissant qu'une solution pratique est limité par la connaissance scientifique et la technologie actuelle et peut exiger un compromis entre les priorités rivales;
	  OU
	  – d'analyser, selon les principes chimiques, l'application des indicateurs et des tampons acides et bases (par exemple, dans le traitement et la conservation des aliments, dans les produits pharmaceutiques et les produits de nettoyage, les engrais et d'autres produits industriels);
	  OU
	  – tout autre contexte pertinent.

(suite)

- expliquant comment les tampons maintiennent un pH relativement constant quand de petites quantités d'acide, de base ou de solvants sont ajoutées à un système aqueux;

- fournissant des exemples de tampons qui fonctionnent dans des systèmes vivants (par exemple, dans le sang).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
(suite) – un acide faible avec une base forte; – un acide fort avec une espèce polybasique; – une base forte avec une espèce polyprotique; – concevoir, faire et évaluer une expérience pour vérifier l'action tampon.	

D. RESSOURCES DE BASE

CHIMIE 20 et CHIMIE 30

Smooth, Robert et al. *La Chimie : une approche moderne*. Montréal, QC, Les Éditions de la Chenelière inc., 1991.

ISBN 2893100449

Printed by
Learning Resources
Distributing Centre
Production Division
Berrhead, Alberta
Canada, T7N 1P4
"Reaching Students is What We're About"